特集

レギュラー執筆者12名が披露
自作アンプ設計・製作のポイント

92 アンプ製作にあって考えること 岩村保雄

94 真空管アンプのフロントパネル 今村栄一

96 オーディオの流儀 落合　崩

98 仕上げを美しくする3つのポイント 唐木シノブ

100 自作パワーアンプのグランドデザイン 栗原信義

102 真空管アンプの設計，組み立て，仕上げ 中澤健一

104 自作アンプ設計製作志向 福井末憲

106 真空管アンプ組み立てに関してのアドバイス 松並希活

108 電解コンデンサーの寿命と交換を考えた配線 宮本　明

110 接続ケーブルとアース回路 安井　章

112 ロードラインの秘密 柳沢正史

114 佐久間アンプ製作のポイント 山本拓司

アンプ製作にあたって留意していること

岩村保雄 IWAMURA Yasuo

目指す音について

オーディオでは，スピーカーが音質のほとんどを支配し，アンプはそれを少しアレンジするだけということになります．それでもアンプ製作者としては多少なりとも気に入った音を聴こうともがいているわけです．

原則的にはジャズ向きのアンプとかクラシック向きのアンプとか言うのはおかしな話ですが，実際にいろいろなアンプを聴いてみると，おもしろいくらい出てくる音は違います．製作者を写す鏡のような印象を受けることがしばしばです．

さて，筆者がアンプの音質に何を目指しているのかと言えば，打楽器としてのピアノが混濁なしにきれいに再生できること，オーケストラの弦の合奏が響くことです．クラシックとジャズでは，同じピアノでも求める鳴り方は別物ですが，どちらにしてもアンプにとって（スピーカーにとっても）ピアノは難しい．

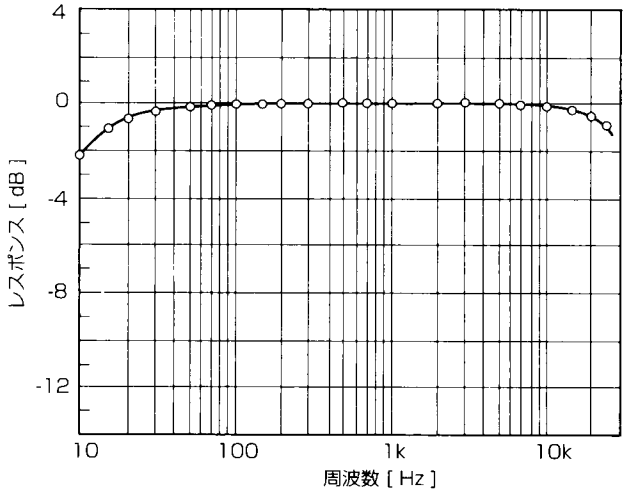
低域について

近頃オーディオで耳にする音は，声高に主張する高音だけでなく低音が膨らんでいることが多く，またそれが好まれているようです．CDの音源がそのようであるのなら仕方ありませんが，これがどうも気に入りません．

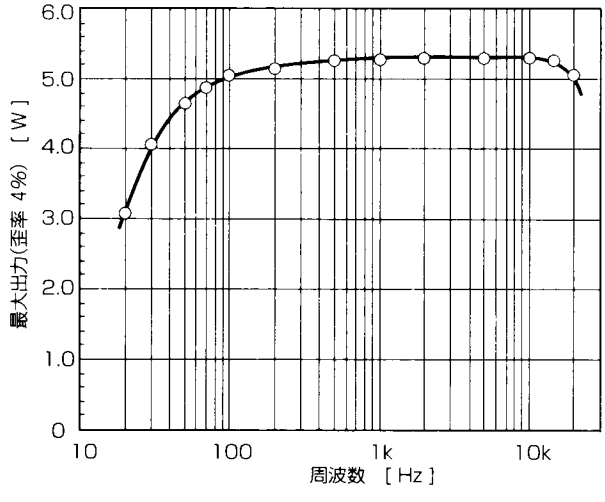
アンプの周波数特性は20Hz～20kHz（－1dB）で十分，40Hz～10kHz（－1dB）でもOKと考えています． これはよく知られた40万の法則です．ジャズを鳴らすのには，低域をさらにもう少し早く落としたほうが中域の張りが出て，ボーカルなどには適すようです．何が何でも低域を伸ばすのがよいことではないということです．

低域をきちんと出せるかは周波数特性ではなく，パワーレスポンスを重視する必要があります．一例として**2A3**シングルアンプ（MJ誌2008年10月）の周波数特性とパワーレスポンスを**図1**，**2**に示します．

周波数特性では20Hzで－0.8dBですからかなりフラットな特性で，低域まで十分伸びているように見えます．しかし，パワーレスポンスでは同じ20Hzで最大出力は43％（－2.5dB）落ちています．これでもかなり良好な特性ですが，低域でのパワーが周波数特性から期待されるほど伸びているわけではあり



［図1］アンプの周波数特性（出力1W時）



［図2］アンプのパワーレスポンス

真空管アンプ組み立てに関してのアドバイス

松並希活 MATSUNAMI Kiyokazu

真空管アンプは半導体アンプと違い，比較的作りやすく，容易に製作でき，誤配線がなければ音楽を楽しむことができます．しかしノイズが出る，ハム音が取れない，シャシーの加工はどうするかなど，トラブルの問い合わせが多いので，ここではそれらの注意点を述べておきます．

シャシー加工図の描き方

まずシャシーの図面の描き方や，加工の仕方で，最近問い合わせが増えています．昔は弁当箱シャシーを買って来て，シャシーパンチを使って自分で加工したものですが，東京ラジオデパート2Fにあった鈴蘭堂に加工をお願いしたこともありました．今はなくなってしまったので，まったくの初心者はキットメーカーに頼るのも仕方のないことです．

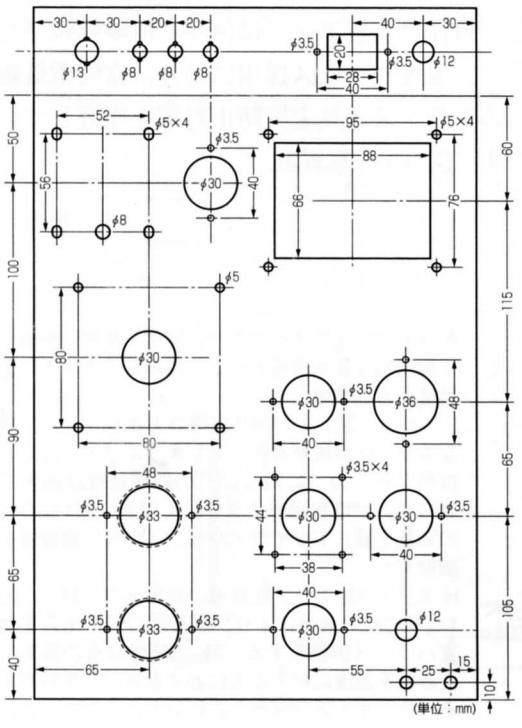
しかし私と佐藤進さん，岩村保雄さんのアンプに関して，２年前からノグチトランスより「お助けシャシー」が発売されています．電源トランス用角穴のみで，そのほかは自分で加工するようになっています．経験の少ない人はこれを利用するのもよいでしょう．

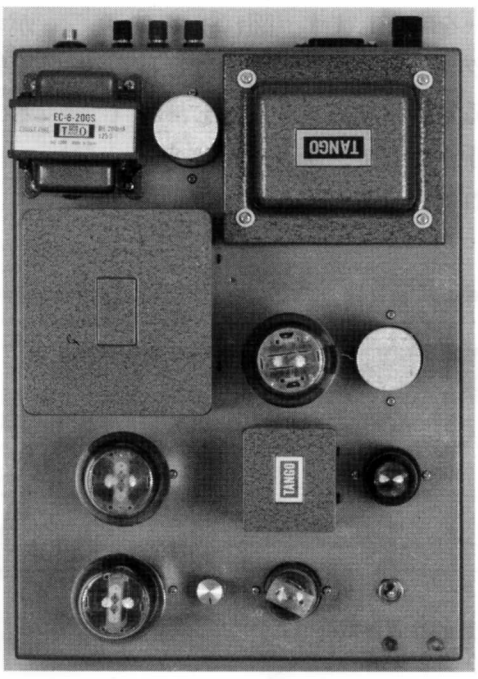
部品レイアウトの決め方

同じ真空管アンプでもデザインはまちまちです．私がいつも行っているのは以下のような手順です．まずトランス，ブロックコンデンサーなど現物を揃え，大きい紙（例えばカレンダーの裏）に，トランス類やブロックコンデンサー（逆さまに置く），真空管を立て（ソケットに取り付ける）ます．そしてトランスの配置や真空管の配置を動かしながら全体のバランスを決め，実際に紙に書き込んでいきます．その図面をシャシー店に持って行けば（たとえばラジオデパート地下の奥澤），加工を頼むこともできます．また図面を描かなくても，雑誌にシャシー図面が載っている場合はそのまま利用するとよいでしょう．

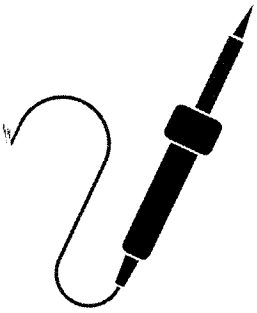
アースの配線

次に実際に組み立てた後に，多く質問されるトラブルを紹介します．まず多いのはヒーター回路のア





真空管アンプの部品レイアウト例．見た目のデザインと信号の流れ，重量バランスなどを充分に検討したい



シールド線，接続コード，アースの回路，ケースの分離

安井　章 YASUI Akira

シールド線の処理

アンプ内部でもインピーダンスが高い箇所，クロストークが問題となる箇所ではシールド線が使用されます．このシールド線を使用する場合に留意しなければならないのは両端末の処理です．

両端を接地してはならず，一方のみとしないとハムの発生などのトラブルの原因となることがあります（図1）．

ただ，シールドがアースラインを兼ね，双方を接地しなければアースラインが分断され，一部接地されない状態となる場合は当然双方を接続することになります．

インピーダンスの低い方を接地する

この一方を接地する場合の接地側はインピーダンスの低い方です．

コントロールアンプを例に，どのような接地が好ましいか述べます．シールド線を使用するのは入力端子から切り換えスイッチ，アッテネーターからアンプ部の入力，アンプ部出力から出力端子への配線などです（図2）．

入力端子からのシールドの接地は端子のコールド側です．これは作動状態では端子に再生機器が接続されており，インピーダンスは低い状態であるからです．

スイッチからアッテネーター，さらにはアンプの入力へのシールド接続は，アッテネーターのアース側を介してアンプの入力部のアースに接続します．

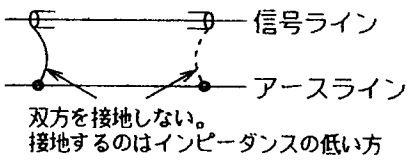
出力端子のコールド側はシールドを介し，アンプ出力側のアースラインに接続します．入力端子，出力端子ともコールド側はケースに直接接続してはなりません．

回路アースとケースアースの分離

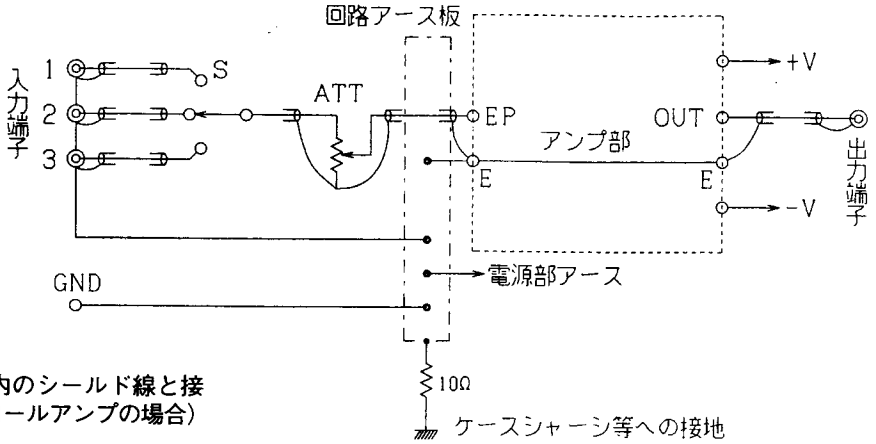
ケースは外来雑音のアンテナです．一般には回路の各アースはシャシーやアースラインに接地します．通常シャシーはケースと共通です．これではケースの拾う雑音は回路のアースに伝送され，音質劣化の原因となります．

アースラインを採用している場合はこの一端はシャシーに接続されています．このような場合は接続をいったん切り離し，改めて10Ω程度を介して接続します．この程度の比較的小さな抵抗値でも，ケースが拾った雑音が回路アースに伝送されるのを大きく阻止する働きがあります．

シールドの接地例の図2では，回路とシャシーのアースを分離した回路としてあります．



［図1］シールド線の接地



［図2］アンプ内のシールド線と接地例（コントロールアンプの場合）

ロードラインの秘密

柳沢正史 YANAGISAWA Masashi

アンプ製作において，過去の作例を参考に，自分なりのアレンジを加え製作してなんら問題はない．真空管アンプの場合，フィラメントの電圧を守り最大定格以内ならば，動作点が少々狂っていてもそれなりの音は出る．オーディオ用真空管のほとんどは作例が発表されているので，あえてロードラインを使って設計する必要はないのかもしれないが，$E_p - I_p$特性曲線があれば未知なる出力管に出会っても対処できる．筆者は検証を兼ねる意味で製作記事にロードラインのグラフを載せてきたが，本稿では製作記事で触れなかった部分を含め，もう少し詳しく出力管のロードラインについて述べてみたいと思う．

50のロードライン

例として，3極管のシングルA級動作のロードラインを考えてみよう．図1はRCA50シングルパワーアンプ（MJ2009年7月号発表）のロードラインに出力波形を加えたグラフである．実効プレート電圧E_{p0}＝425V，プレート電流I_{p0}＝50mAを動作基点Oとすると，このときのバイアス電圧はグラフから－78Vと読める．次に，$E_p - I_p$特性曲線上に負荷インピーダンスR_L＝5kΩのロードラインを引いてみる．

実効プレート電圧E_{p0}＝425Vを負荷インピーダンスR_L＝5kΩで割ると，$E_{p0} \div R_L = 425 \div 5000 = 0.085$〔A〕となり，$E_{p0}$＝425Vと$I_{p0}$＝85mAを結んだ線がロードライン5kΩの傾きとなる．無信号時のプレート電流が50mAなので，その電流分をかさ上げしたO点を通るように平行移動すると，いつもの式になる．

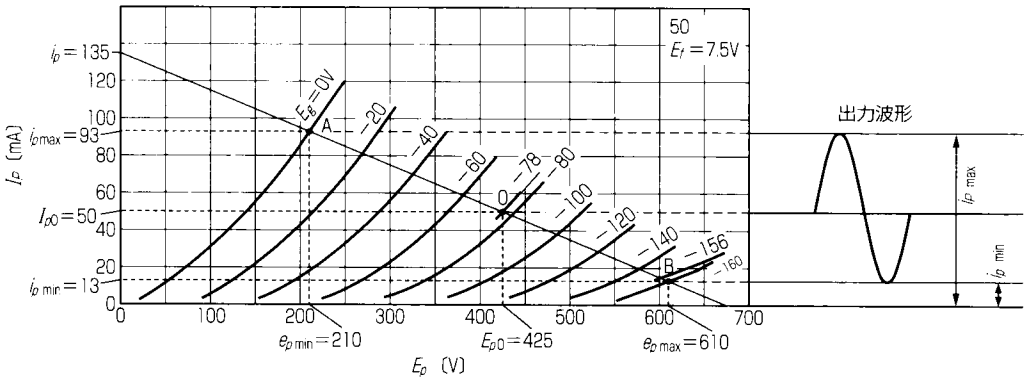
$i_p = E_{p0} \div R_L + I_{p0} = 425 \div 5000 + 0.05 = 0.135$〔A〕

i_p－OとE_g＝0Vのカーブの交わる点をAとし，i_p－Oの延長線がE_{g0}の2倍のカーブと交わる点（$e_{g\,max}$＝－156V）をBとする．B点をE_{g0}の2倍に取ったのは，線分A－OとO－Bを等しく取り（理想的な$E_p - I_p$特性曲線の場合），最大出力まで波形の片側を先にクリップ（またはカット・オフ）させないためである．線分A－O－BはR_L＝5kΩのロードラインとなり，信号はロードライン上のA－O－Bの間で動作することになる．

レンツの法則とロードライン

図1のロードラインのA点から，最大信号時の瞬時尖頭最大電流$i_{p\max}$＝93mAPと瞬時尖頭最小電圧$e_{p\min}$＝210VP，同様にB点から最大信号時の瞬時尖頭最小電流$i_{p\min}$＝13mAPと瞬時尖頭最大電圧$e_{p\max}$＝610VPが求められる．これらの値はすべて交流信号の波高値であり，Peak（P）またはPeak To Peak（P-P）で表す．

読者の中には，B点の瞬時尖頭最大電圧が610Vの高電圧になっているのを疑問に思う方もおられるだろうが，高校の物理で学んだ「レンツの法則」を思い出していただきたい．



［図1］50のロードラインと出力の計算